**Nazwa przedmiotu:**

Dynamika procesów i sterowanie

**Koordynator przedmiotu:**

Dr hab inż. Bernard Zawada - prof. PW

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Inżynieria Środowiska

**Grupa przedmiotów:**

Kierunkowe

**Kod przedmiotu:**

1110-ISCOW-MSP-2301

**Semestr nominalny:**

2 / rok ak. 2023/2024

**Liczba punktów ECTS:**

5

**Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:**

Liczba godzin wykładów - 30,
Liczba godzin laboratorium - 30.
Zapoznanie się z literaturą i przygotowanie do egzaminu - 30 godzin.
Egzamin ustny i pisemny - 5 godz.
Zapoznanie się z literaturą uzupełniającą 10h.
Przygotowanie do ćwiczeń laboratoryjnych i sprawozdania - 40 godzin.
Łącznie - 135 godzin

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:**

2,4

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:**

nie dotyczy

**Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:**

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład:  | 30h |
| Ćwiczenia:  | 0h |
| Laboratorium:  | 30h |
| Projekt:  | 0h |
| Lekcje komputerowe:  | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Znajomość podstaw automatyki procesów

**Limit liczby studentów:**

brak

**Cel przedmiotu:**

Poznanie zasad automatycznego sterowania procesami w ciepłownictwie, ogrzewnictwie, wentylacji i klimatyzacji ze szczególnym uwzględnieniem ekonomicznej i niezawodnej pracy systemów oraz optymalnego sterowania. Stworzenie płaszczyzny współpracy między inżynierami automatykami i inżynierami sanitarnymi z zakresu COW (absolwentami IŚ)

**Treści kształcenia:**

1. Treści wykładów
Podstawy dynamiki procesów. Określenie i pojęcia podstawowe. Rodzaje modeli (matematyczne i fizykalne) stosowanych do badania zachowania się systemów dynamicznych w czasie i ich krótkie omówienie. Parametryczne metody opisu właściwości systemów dynamicznych w domenie sygnałów dyskretnych i ich odpowiedniki w domenie sygnałów ciągłych. Określenie i zapis sygnału dyskretnego. Przekształcenie Z i zasady tworzenia funkcji dyskretnej. Równania różnicowe i różniczkowe, transmitancje dyskretne i operatorowe, szeregi czasowe.
Zasady analitycznego uzyskiwania opisów (parametrycznych). Równania bilansu masowego i bilansu energetycznego dla procesów (obiektów) skupionych i rozłożonych. Przykłady zapisu bilansów dla podstawowych procesów z zakresu COW. Identyfikacja obiektów regulacji: zasady uzyskiwania opisów parametrycznych na podstawie pomiarów; rodzaje wykorzystywanych modeli i zasady wyznaczania ich parametrów przy czynnym i biernym kształtowaniu sygnałów wejściowych do obiektów regulacji. Metody graficzne i analityczne (momentów, najmniejszych kwadratów, największej wiarygodności. Niekonwencjonalne algorytmy sterowania. Sterowanie sekwencyjne i energo-oszczędne w systemach klimatyzacji CAV i VAV. Sterowanie energooszczędne w systemach grzewczych budynków.
Optymalizacja procesów – pojęcia podstawowe. Kryteria optymalności, zmienne decyzyjne i ich ograniczenia, zasady i metody uzyskiwania rozwiązań optymalnych. Przykłady optymalnego sterowanie w centralach systemów klimatyzacji CAV i VAV; przyjmowane kryteria optymalności oraz zmienne decyzyjne.
Systemy BMS (Building Management Systems) w zarządzaniu bezpieczeństwem, komfortem i energią w budynku. Systemy bezpieczeństwa i systemy zarządzania energią; struktury, realizowane funkcje, topologia i protokoły komunikacyjne wykorzystywane w BMS. Programowanie sterowników swobodnie programowalnych, zasady programowania i wykorzystywane programy wspomagające. Przykłady programowania i testowania algorytmów niestandardowych z zakresu węzłów ciepłowniczych i central klimatyzacyjnych

2. Treści ćwiczeń laboratoryjnych
- badanie przetworników analogowo-cyfrowych; określenie charakterystyki, błędów przetwarzania oraz wyznaczanie wymaganej liczby bitów i czasu próbkowania do osiągnięcia założonej dokładności przetwarzania
- identyfikacja obiektu regulacji; wyznaczenie transmitancji operatorowych i dyskretnych na podstawie zarejestrowanych charakterystyki skokowej i/lub stochastycznej zmiany sygnałów.
badanie przemian powietrza, zużycia energii i jakości regulacji w klimatyzacji CAV przy sekwencyj-nych algorytmach regulacji
- badanie przemian powietrza, zużycia energii i jakości regulacji w klimatyzacji VAV przy optymalnych i/lub energooszczędnych algorytmach regulacji
- badanie układów zabezpieczających urządzenia przed uszkodzeniem w centralach klimatyzacyjnych i węzłach ciepłowniczych
- symulacje i badania zużycia ciepła w budynku użytkowanego okresowo; wyznaczanie optymalnej wartości mocy zamówionej dla przykładowego budynku
- programowanie sterownika swobodnie programowalnego; zapisanie i testowanie niestandardowego algorytmu regulacji w przykładowej centrali klimatyzacyjnej lub w węźle ciepłowniczym

**Metody oceny:**

Wykład - egzamin.
Ćwiczenia laboratoryjne - zaliczenie sprawozdań z ćwiczeń

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

1. Zawada B.: Układy sterowania w systemach wentylacji i klimatyzacji. Oficyna Wydawnicza PW. Warszawa 2006 2. Zawada B.: Analiza procesu użytkowania energii cieplnej w eksploatacji obiektów przemysłowych. KILiW PAN, Warszawa 1996. 3. Niederliński A. Systemy i sterowanie. Wstęp do automatyki i cybernetyki cyfrowej. 4. Wurstlin D.: Regulacja urządzeń ogrzewczych, wentylacyjnych i klimatyzacyjnych. Arkady, Warszawa 1978, 5. Chmielnicki W.J.: Sterowanie mocą w budynkach zasilanych z centralnych źródeł ciepła. PAN, Warszawa 1996. 6. Strony internetowe producentów urządzeń, tzn. firm: Honeywell, Johnson Controls, Siemens, Samson, Danfoss, TAC, itp. 7. Materiały pomocnicze i instrukcje do ćwiczeń, dostępne na wydziałowej stronie internetowej Moodle

**Witryna www przedmiotu:**

https://www.is.pw.edu.pl/moodle/course/view.php?id=174

**Uwagi:**

brak

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka W01:**

Zna matematyczne opisy procesów wymiany ciepła i masy w stanie nieustalonym w dziedzinie czasu i częstotliwości dla wybranych elementów i całych systemów ogrzewczo - wentylacyjnych (COW).

Weryfikacja:

Egzamin pisemny i ustny

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_W08, IS\_W20

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_W, I.P7S\_WG.o, III.P7S\_WG

**Charakterystyka W02:**

Zna analityczne i doświadczalne metody uzyskiwania opisów matematycznych; metody identyfikacji obiektów i algorytmy stosowane do obliczenia parametrów.

Weryfikacja:

Egzamin pisemny i ustny

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_W08

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_W, I.P7S\_WG.o, III.P7S\_WG

**Charakterystyka W03:**

Zna podstawowe układy regulacji i zabezpieczenia w systemach wentylacji i klimatyzacji: centralach i szafach klimatyzacyjnych, systemach VAV, w pomieszczeniach; węzłach ciepłowniczych, wbudowanych źródłach ciepła. Zna metody poprawy jakości w układach regulacji temperatury i wilgotności względnej

Weryfikacja:

egzamin pisemny

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_W08, IS\_W13, IS\_W14, IS\_W15, IS\_W20

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_W, I.P7S\_WG.o, III.P7S\_WG

**Charakterystyka W04:**

Posiada rozszerzoną wiedzę w zakresie sterowania procesami w COW; algorytmy standardowe i niestandardowe, zasady programowania sterowników swobodnie programowalnych

Weryfikacja:

Egzamin pisemny i ustny

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_W12, IS\_W13, IS\_W20, IS\_W08

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** III.P7S\_WG, P7U\_W, I.P7S\_WG.o

**Charakterystyka W05:**

Posiada podstawową wiedzę w zakresie komputerowych systemów zarządzania i nadzoru (BEMS) stosowanych w eksploatacji budynków; zna strategie sterowania pracą instalacji ogrzewczo- wentylacyjnych.

Weryfikacja:

Egzamin pisemny i ustny

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_W08, IS\_W13, IS\_W15

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_W, I.P7S\_WG.o, III.P7S\_WG

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka U01:**

Potrafi samodzielnie sporządzić bilans masowy i energetyczny procesu, przeprowadzić pomiary oraz określić parametry modeli matematycznych opisujących procesy cieplne

Weryfikacja:

Zaliczenie sprawozdania

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_U15, IS\_U16, IS\_U04, IS\_U07, IS\_U08, IS\_U10

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** III.P7S\_UW.o, P7U\_U, I.P7S\_UW.o, I.P7S\_UO, I.P7S\_UK

**Charakterystyka U02:**

Potrafi ocenić jakości regulacji i zużycie energii, dobrać optymalne nastawy algorytmu w układach regulacji temperatury lub wilgotności względnej w pomieszczeniu, temperatury wody zasilającej instalację c.o. i c.w.u. lub też przeprowadzić symulację stanów awaryjnych i ocenić prawidłowość działania układów zabezpieczających.

Weryfikacja:

Zaliczenie sprawozdania

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_U15, IS\_U16, IS\_U04, IS\_U07, IS\_U08, IS\_U10

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** III.P7S\_UW.o, P7U\_U, I.P7S\_UW.o, I.P7S\_UO, I.P7S\_UK

**Charakterystyka U03:**

Potrafi ocenić efekty komputerowego zarządzanie energią na komfort cieplny oraz zużycie energii w budynkach z wykorzystaniem systemów BEMS

Weryfikacja:

Zaliczenie sprawozdania

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_U04, IS\_U07, IS\_U08, IS\_U10, IS\_U15, IS\_U16

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_U, I.P7S\_UW.o, III.P7S\_UW.o, I.P7S\_UK, I.P7S\_UO

**Charakterystyka U04:**

Potrafi samodzielnie ustawić parametry algorytmu sterowania w sterowniku skonfigurowanym oraz zbudować niestandardowy (optymalny) algorytm sterowania dla wybranych procesów COW

Weryfikacja:

Zaliczenie sprawozdania

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_U07, IS\_U08, IS\_U15, IS\_U16, IS\_U04

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_UW.o, III.P7S\_UW.o, P7U\_U, I.P7S\_UK, I.P7S\_UO

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka K01:**

Rozumie potrzebę podnoszenia kompetencji zawodowych i osobistych przez ciągłe śledzenie nowości technicznych w prasie fachowej i katalogach firm produkujących urządzenia. umiejętność korzystania z nowości technicznych, prasy branżowej i katalogów firm produkujących urządzenia

Weryfikacja:

Wykłady: Egzamin Ćwiczenia laboratoryjne: Sprawozdania z ćwiczeń

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_K01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_K, I.P7S\_KK

**Charakterystyka K02:**

Ma poczucie odpowiedzialności za wspólnie realizowane zadania związane z pracą zespołową umiejętność pracy w zespole

Weryfikacja:

Wykłady: Egzamin
Ćwiczenia laboratoryjne: Sprawozdania z ćwiczeń

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_K04

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_K, I.P7S\_KR